

# VU Research Portal

## Het milieu in macro-modellen

den Butter, F.A.G.

1993

[Link to publication in VU Research Portal](#)

### ***citation for published version (APA)***

den Butter, F. A. G. (1993). *Het milieu in macro-modellen*. (FEWEC Research Memorandum; Vol. 1993, No. 23).

### **General rights**

Copyright and moral rights for the publications made accessible in the public portal are retained by the authors and/or other copyright owners and it is a condition of accessing publications that users recognise and abide by the legal requirements associated with these rights.

- Users may download and print one copy of any publication from the public portal for the purpose of private study or research.
- You may not further distribute the material or use it for any profit-making activity or commercial gain
- You may freely distribute the URL identifying the publication in the public portal ?

### **Take down policy**

If you believe that this document breaches copyright please contact us providing details, and we will remove access to the work immediately and investigate your claim.

### **E-mail address:**

[vuresearchportal.ub@vu.nl](mailto:vuresearchportal.ub@vu.nl)

## HET MILIEU IN MACRO-MODELLEN

F.A.G. den Butter<sup>\*</sup>

### 1. INLEIDING

In Nederland spelen modelberekeningen een belangrijke rol in de macro-economische beleidsvoorbereiding. Zoals in iedere intense relatie leven de beleidsmakers in ons land met modellen in een soort liefde-haat verhouding. Aan de ene kant wordt het dictaat van de modellen bij het ontwerp van nieuwe beleidsmaatregelen gevreesd, en wordt als reactie daarop het nut van deze berekeningen gebagatelliseerd, terwijl aan de andere kant in de ambtelijke en publiekrechtelijke discussiegremia, die onze consensus-maatschappij dragen, een gunstige modeluitkomst veelal als het noodzakelijke keurmerk wordt beschouwd voor een door te voeren beleidsmaatregel. Het werkelijk belang van de modelberekeningen voor het macro-economisch beleid ligt in het midden van de beide geschetste uitersten. Voor het opstellen van goede beleidsmaatregelen zijn intuïtie en politiek gevoel een eerste vereiste. Het model kan niets meer, maar ook niets minder, dan de beleidsmaatregel op basis van vastomschreven veronderstellingen in een consistent kader plaatsen. Dit heeft als groot voordeel dat het de discussie hierover structureert.

Economische modellen verkondigen geen absolute waarheden en zijn daarom ook nooit een volledig objectieve of a-politieke weergave van de werkelijkheid. Integendeel, de geschiedenis van modelbouw en modelgebruik leert dat wanneer de politieke interesses verschuiven, de modellen zich daaraan aanpassen. Nu het milieubeleid in de afgelopen jaren als gevolg van de aanhoudende milieudegradatie zijn plaats op de politieke agenda heeft gekregen, is het van belang dat het milieu ook beter in de macro-economische beleidsmodellen wordt geïntegreerd. Milieubeleid en economisch beleid zijn immers zeer verstrengeld. Met deze integratie is haast geboden, want het vormt een noodzakelijke voorwaarde voor een goede afweging van milieudoelstellingen tegen andere welvaartsdoelstellingen in het politieke discours.

In dit artikel wordt een aantal aspecten van de inbouw van het milieu in macro-economische beleidsmodellen en in de daarop berustende beleidsanalyse voor het voetlicht gebracht. De probleemstelling kan als volgt worden geformuleerd:

'op welke wijze dienen de macro-economische beleidsmodellen te worden aangepast om het milieu een volwaardige plaats in deze modellen te geven, zodat met de modellen een goed beeld verkregen wordt van de mogelijkheden en de effectiviteit van het milieubeleid in samenhang met de economische ontwikkeling.'

---

<sup>\*</sup> Hoogleraar Algemene Economie, Vrije Universiteit, Amsterdam. Dit is de tekst van een lezing gehouden tijdens de P.S.G. studiedag op 13 mei 1993 te Utrecht over 'Economische Theorie en de Milieupraktijk'.

Uitgangspunt is dat de problematiek vanuit de economische optiek wordt benaderd en dat dus gezocht wordt naar wegen om het milieu via het economische gedachtengoed in de modellen in te bouwen. Overigens is naar mijn mening het economische instrumentarium daar zeer goed voor toegerust.

In dit artikel wordt eerst een kort historisch beeld van de wisselwerking tussen beleid en modelbouw gegeven. Daarna passeert de huidige stand van zaken bij de berekening van de economische gevolgen van milieubeleid de revue. Vervolgens wordt aan de hand van schema's aangegeven welke verdere stappen nodig zijn om het milieu een volwaardige plaats in de modellen te geven. Hierbij kan worden aangesloten op recente ontwikkelingen in de theorie van de economische groei, waar de formele modellering van het milieu reeds tot interessante nieuwe gezichtspunten heeft geleid. Daarna worden een aantal opties voor toekomstige modelbouw en modelgebruik besproken. Tot slot besluiten conclusies, aanbevelingen en een drietal stellingen het artikel.

## 2. WISSELWERKING BELEID- EN MODELBOUW

De geschiedenis van de macro-economische modelbouw in Nederland toont dat altijd een sterke wisselwerking heeft bestaan tussen de behoeften uit beleidspraktijk en de manier waarop de modellen zijn vorm gegeven. Belangrijke accentverschuivingen in het beleid blijken vaak aanleiding te zijn geweest tot de bouw van een nieuwe generatie beleidsmodellen, waarvan de werking in essentie verschilt van een eerdere generatie. Natuurlijk zijn de verschillende veranderingen aan de modellen ook gevoed vanuit de economische theorie, maar theoretische vernieuwingen zijn evenzeer veelal in gang gebracht door de praktische problematiek.

Al in de jaren '50 en '60 was in Nederland op het Centraal Planbureau een *eerste generatie* modellen in gebruik bij de beleidsvoorbereiding. Het waren op Keynesiaanse leest geschoeide, vraagbepaalde modellen voor de korte termijn die dienden ter ondersteuning van het macro-economisch conjunctuurbeleid. Deze stabilisatie-politiek, met bestedingsbeperkingen ten tijde van een hoog-conjunctuur en stimulerend beleid om een conjuncturele inzinking te overwinnen, vormde in dit tijdvak van een gestage economische groei met vrijwel volledige werkgelegenheid het adequate instrumentarium voor de toenmalige beleidsmakers.

Echter, toen in de jaren '70 de werkloosheid sterk toenam en deels een structureel karakter kreeg, bleken stimuleringsmaatregelen steeds minder effectief. Een loonmatiging werd nu als passende maatregel beschouwd om de werkloosheid te bestrijden. Een *tweede generatie* modellen bood de kwantitatieve onderbouwing van dit beleid. Aan het Keynesiaanse vraagmodel werd een jaargangenblok voor de produktiestructuur aangebouwd, waaruit het welbekende Vintaf-model resulteerde (met Van den Belds' CS-model als voorloper). Dit model beschrijft zowel de korte als de middellange termijn.

Het begin van de jaren '80 wordt gekenmerkt door grote financiële turbulenties en een sterk oplopend financieringstekort van de overheid. Aangezien in de modellen van de tweede generatie de monetaire sfeer vrijwel volledig buiten beeld bleef, waren deze modellen niet

toegerust om de gevolgen van beleidsmaatregelen die via de monetaire sfeer lopen, door te rekenen. In reactie daarop is een *derde generatie* modellen met een uitgebreide modellering van de monetaire sector ontwikkeld. De nadruk van het beleid kwam nu te liggen op de bezuinigingen om het financieringstekort terug te dringen. De modelberekeningen met de nieuwe generatie modellen ondersteunden dit beleid.

Nu heden ten dage het milieubeleid meer en meer aan belang wint - of althans aan belang zou moeten winnen - ligt het voor de hand dat een *vierde generatie* modellen op volwaardige wijze de interactie tussen milieu en economische ontwikkeling beschrijft. Het is duidelijk dat hier een taak ligt voor de modelbouwers in de jaren '90 en, indien dat niet voldoende tijd blijkt te zijn ook in de jaren '00 daarna. Overigens is het milieu niet het enige aspect dat zich aandient als kenmerk voor de vierde generatie. De tegenwoordige economische situatie vraagt ook om andere beleidsmaatregelen waarvan de gevolgen met het traditionele model moeilijk te berekenen zijn. Voorbeelden zijn structurele verschuivingen en herverdelingseffecten van beleidsmaatregelen. Daarom is momenteel een trend in gang gekomen naar sectorale desaggregatie van de modellen, zowel naar bedrijfssectoren als naar verschillende typen gezinnen. Bovendien is het meer en meer gebruik om voor bepaalde beleidsmaatregelen specifiek toegeruste modellen te benutten, en niet alle beleidsproblemen met het zelfde, algemene beleidsmodel te analyseren. Tegen deze achtergrond is ook het gebruik van micro-economisch onderbouwde, toegepaste algemeen evenwichtsmodellen in opkomst. Vooropgesteld zij overigens dat deze trend naar sectorale desaggregatie en micro-economische onderbouwing niet de pogingen om het milieu een meer volwaardige plaats in de modellen te geven in de weg hoeft te staan. Integendeel, de uitwerking van milieumaatregelen verschilt sterk van sector tot sector, zodat voor de analyse van deze maatregelen op bedrijfstakniveau gedesaggregeerde modellen zeer geëigend zijn.

### 3. HUIDIGE STAND VAN ZAKEN

Ofschoon het milieu nog geen volwaardige plaats in de macro-economische beleidsmodellen heeft, is al wel een aantal modelmatige berekeningen gepubliceerd over de specifiek economische gevolgen van milieumaatregelen. Zo heeft het Centraal Planbureau reeds in de jaren '70 gepoogd het milieu in de modelberekeningen te betrekken en hebben Driehuis et al. (1981) met een aangepaste versie van het SECMON-model een economisch-technische onderbouwing gegeven van door het Centrum voor Energiebesparing ontworpen scenario's.

Een belangrijk recent voorbeeld voor Nederland betreft de berekeningen die het Centraal Planbureau in 1989 ten behoeve van het Nationale Milieu-Beleidsplan (NMP) heeft gemaakt. Voor deze berekeningen is gebruik gemaakt van het indertijd nieuwe ATHE-NA-bedrijfstakkenmodel van het CPB. Om de berekening van de gevolgen van de voorstellen uit het NMP mogelijk te maken, zijn deze voorgestelde maatregelen eerst in termen van het model vertaald. Een dergelijke vertaalslag is trouwens nodig voor iedere berekening met een macro-economisch beleidsmodel dat voor algemeen gebruik is ontworpen ('multi-purpose model').

In dit geval bleef de vertaling beperkt tot de bepaling van de kosten die de milieu-investeringen volgens de verschillende scenario's met zich meebrengen. Hiervoor heeft het CPB deskundigen van het ingenieursbureau **TEBODIN** geraadpleegd. Daarnaast was het ook nodig voor deze berekeningen het oorspronkelijke **ATHENA**-model op een aantal punten aan te passen. Zo zijn de milieu-investeringen niet tot de productiecapaciteit gerekend aangezien het niet-productieve investeringen betreft. Een andere kleine handmatige aanpassing betreft bijvoorbeeld het feit dat de aanschaf van katalysatoren en de daarmee samenhangende operationele kosten tot minder verkoop van auto's leiden en dat de daarmee samenhangende vermindering van autoverzekeringen en brandstofverbruik een herverdeling van de consumptieve bestedingen tot gevolg heeft (Zie CPB, 1989, blz. 17). Het model is uitsluitend in staat om de gevolgen van de milieumaatregelen op de traditionele macro-economische beleidsgrootheden te berekenen, zoals de loon- en prijsontwikkeling, de werkgelegenheid en de betalingsbalanspositie. De eigenlijke doelstellingen van het milieubeleid, zoals de emissies van verschillende belastende gassen, de lozingsreductie op de Rijn, de afvalstortbehoeften en de stank- en geluidshinder, blijven voor het model een exogeen gegeven. De met de beleidsmaatregelen beoogde verbetering van de milieukwaliteit heeft bovendien geen endogene invloed op de modeluitkomsten.

Een volgende modelberekening van het CPB in het kader van het milieubeleid die de aandacht heeft getrokken betreft het doorrekenen van een aantal varianten over de economische gevolgen van energiehellingen. Dit op verzoek van de zogenoemde 'Commissie Wolfson'. Het gaat hier om de economische gevolgen van een drietal scenario's voor de invoering van regulerende energiehellingen die tot doel hebben die de energievraag en de CO<sub>2</sub>-uitstoot te doen verminderen. De A-variant bespreekt de situatie dat een algemene energiehelling in het hele OESO-gebied wordt doorgevoerd; de B-variant beziet de situatie dat een algemene heffing uitsluitend in Nederland wordt ingesteld en de C-variant beschouwt het geval dat de heffing uitsluitend het kleinverbruik in Nederland treft. Deze varianten zijn overigens door de Commissie Wolfson nadrukkelijk niet als feitelijke beleidsalternatieven bedoeld, maar alleen als rekenexercities om het speelveld van het beleid te verkennen en om te bezien welke aanvullende maatregelen nodig zijn om de invoering van een energiehelling te vergezellen. Evenals de berekeningen ten behoeve van het NMP hebben deze berekeningen dus ook betrekking op een zeer specifiek en beperkt economisch aspect van het milieubeleid. De modeluitkomsten geven uitsluitend de gevolgen van deze energiehelling en de terugsluizing van hun opbrengst op economische grootheden weer.

Wederom is het bedrijfstakkenmodel **ATHENA** voor de berekeningen gebruikt, gevoed met uitkomsten van het energievraagmodel **CENeca** en met een klein model voor de wereldprijzen. Alvorens de gevolgen van de energiehellingen te berekenen is voor de centrale projectie een tentatieve inschatting gemaakt over de effecten van de beleidsmaatregelen waarover reeds een beslissing is bereikt, namelijk het beleidspakket uit de 'Nota Energiebesparing'. De berekeningen hebben dus betrekking op de extra energiebesparing die de regulerende energiehellingen buiten dit pakket om opleveren. Ook nu weer dienden de beleidsmaatregelen in termen van het model te worden vertaald, en dienden, getuige de volgende citaten, voor de berekening een aantal handmatige ingrepen in het model te worden aangebracht:

'Gegeven de reikwijdte van de gehanteerde modellen zijn de effecten van de heffing uitsluitend vorm gegeven in termen van traditioneel gangbare economische begrippen.' (CPB, 1992, blz. 6).

'.. Modeltechnisch gesproken gebeurt dat door de berekeningen "aan te sturen" met **exogene** impulsen die zijn gekwantificeerd op basis van specifieke informatie' (CPB, 1992, blz. 52).

Een belangrijke handmatige aanpassing van het model, die niet op basis van informatie uit het verleden kan plaatsvinden, betreft de *verplaatsingseffecten*, d.w.z. de mate waarin energie-intensieve bedrijven na invoering van een energiehffing hun activiteiten zullen verplaatsen naar landen waar zo'n energiehffing niet geldt.

Ook buiten het CPB zijn met behulp van modellen de economische gevolgen van milieumaatregelen doorgerekend. Zo is een aantal berekeningen over de economische gevolgen van energiehffingen gemaakt in het kader van de plannen van de Europese Commissie om in EG-verband een energiehffing in te voeren (zie Laroui en Velthuisen, 1992). Naast de reductie van de CO<sub>2</sub>-uitstoot die zo'n energiehffing oplevert, gaan deze berekeningen opnieuw over de gevolgen voor de traditionele, macro-economische kerngrootheden, zoals de produktie, de werkgelegenheid en de investeringen. De EG heeft verschillende modelmatige studies op dit gebied doen uitvoeren. In de eerste plaats is gebruik gemaakt van het HERMES-model, een meerlanden- en multisector-model dat voor de gelegenheid is toegerust met een module voor energiesubstitutie, waarin 8 verschillende soorten energiedragers zijn onderscheiden. Terwijl deze module geschoeid is op de gebruikelijke economische modelleringsleest, is daarnaast een berekening gemaakt waarbij het MIDAS-model, een technisch energiemodel, aan het HERMES-model gekoppeld is.

Zeër ambitieus van opzet zijn de berekeningen door de OECD (1991) over de gevolgen van het milieubeleid dat beoogt de CO<sub>2</sub>-uitstoot te reduceren. Hiertoe is het zogenoemde GREEN-model ontwikkeld, met 8 bedrijfstakken per regio, waarvan 5 de energievoorziening betreffen. Het GREEN-model is een dynamisch toegepast algemeen evenwichtsmodel dat uit 6 regionale submodellen bestaat, namelijk 3 voor het OESO-gebied: Noord-Amerika, Europa en het Verre Oosten en 3 voor niet-OESO-gebieden: de Sovjet Unie, China en de energie-exporterende landen buiten de industriële wereld. Maar ook deze berekeningen blijven binnen de perken van de traditionele economische modelleringswijze.

Tot slot zijn nog de model-exercities uit het proefschrift van Van Ierland (1993) over de economische gevolgen van beleidsmaatregelen voor het terugdringen van CO<sub>2</sub>-emissies vermeldenswaard. Van Ierland gebruikt een dynamisch meer-sectoren model, het MEPA-model, waarin het energiegebruik gedesaggregeerd is. Dit maakt het mogelijk om naast de gebruikelijke scenario's met betrekking tot de invoering van energiehffingen en de verschillende terugsluismethoden, ook een scenario te berekenen waarin in de economische effecten van een verandering in de brandstoffenmix van de electriciteitscentrales wordt geanalyseerd. Hierbij wordt de inzet van kolen (met een hoge CO<sub>2</sub>-emissie-coëfficiënt)

verminderd en de inzet van aardgas (met een lage emissie-coëfficiënt) verruimd. Overigens toont dit scenario aan dat de economische effecten van een verandering in de brandstofmix bij electriciteitscentrales klein zijn, terwijl tegelijkertijd wel een CO<sub>2</sub>-emissie-reductie van ongeveer 3% kan worden bereikt in het jaar 2010 in vergelijking met het basisscenario.

Samenvattend kan over de huidige stand van zaken met betrekking tot de mogelijkheden die de macro-economische modellen bieden om de gevolgen van milieumaatregelen te berekenen, het volgende worden opgemerkt:

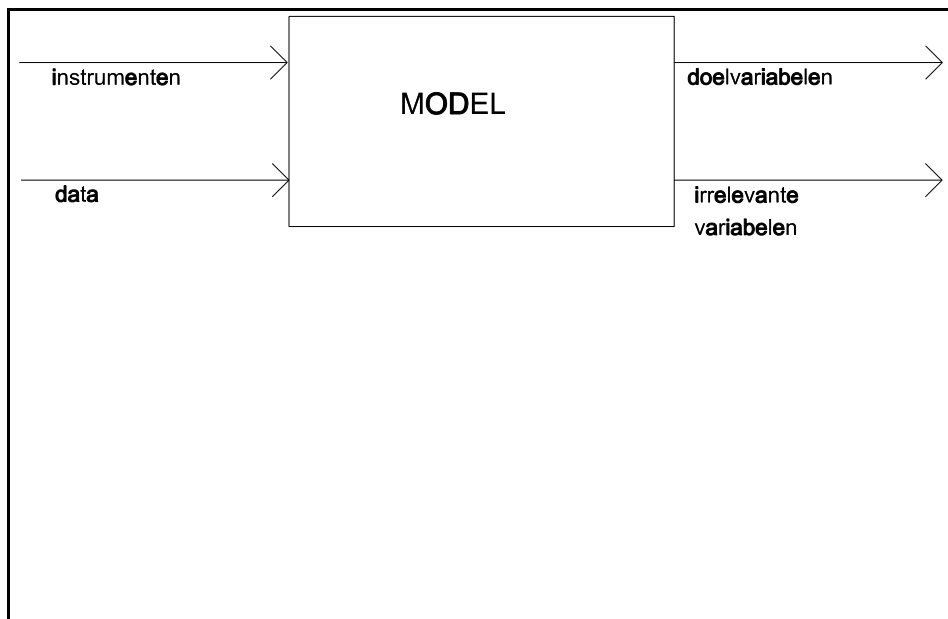
1. Een vertaling van de beleidsmaatregelen in termen van het model is altijd nodig, maar omdat het milieu nog slechts zeer summier in de modellen is ingebouwd, wordt vooralsnog veel aan de verbeeldingskracht van de vertalers overgelaten.
2. De berekeningen hebben een technocratisch karakter en zijn deskundig en op integere wijze uitgevoerd: men roeit goed met de riemen die er zijn!
3. Toch is de huidige modelgeneratie duidelijk te weinig toegerust voor een goede economische analyse van het milieubeleid. Het milieu dient beter in de modellen te worden geïntegreerd, omdat anders het gevaar ontstaat dat het beleid zich uitsluitend richt op die maatregelen en milieudoelstellingen die nu al in het model vormgegeven zijn of makkelijk in termen van het model te vertalen zijn. Dit laatste bezwaar geldt overigens in meer algemene zin tegen de modelmatige analyse, namelijk dat het keurmerk van deze analyse zich beperkt tot die maatregelen waarvan de gevolgen zich met het model laten berekenen.

#### 4. HET MILIEU IN HET MACRO-ECONOMISCH MODEL

Vooralsnog is de volledige integratie van het milieu in het macro-economische beleidsmodel toekomstmuziek. Deze inbouw is een uitgebreid project en daarbij past een goed 'plan de campagne'. Bij wijze van aanzet hiervoor geeft deze paragraaf aan de hand van een aantal schema's de volgorde aan waarin deze uitbouw kan plaatsvinden. In aansluiting daarop bevat de volgende paragraaf een samenvatting van hetgeen recente theoretische ontwikkelingen over het verband tussen milieu en economische groei ons over de inbouw van het milieu in de beleidsmodellen kan leren.

In figuur 1 is de gebruikelijke structuur van het economisch beleidsmodel getekend, ontleend aan de door Tinbergen ontwikkelde theorie van de economische politiek. Het model wordt hierbij gezien als een rekendoos met exogenen als invoer en endogenen als uitvoer. De exogenen bestaan uit instrumenten, dit zijn de knoppen waaraan de beleidsmaker kan draaien om de economie te sturen, en de data, grootheden, zoals bijvoorbeeld de wereldhandel of de bevolkingsgroei, waarop het nationale beleid geen invloed heeft. Ook de uitvoer is in twee groepen verdeeld: de doelvariabelen van het beleid, zoals economische bedrijvigheid, werkgelegenheid en inflatie, en de overige endogene variabelen die voor de beoordeling van het beleid verder weinig van belang zijn.

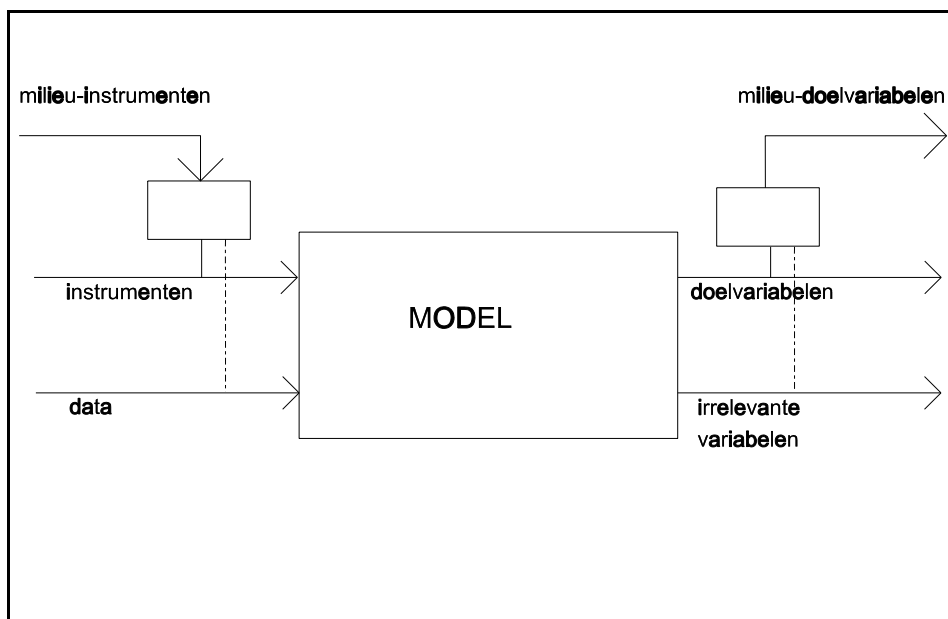
Figuur 1. De gebruikelijke structuur van het economisch beleidsmodel



Figuur 2 geeft de huidige stand van zaken weer met betrekking tot de modelmatige economische analyse van het milieubeleid. Behalve met de gebruikelijke beleidsdoelen worden de beleidsmakers ook geconfronteerd met beleidsdoelstellingen op milieugebied, bijvoorbeeld het energieverbruik, de uitstoot van CO<sub>2</sub>, enz.. De huidige stand van zaken is, zoals beschreven in de vorige paragraaf, dat de omvang van deze milieudoelvariabelen wordt afgeleid uit de traditionele doelvariabelen: de energievraag volgt de economische bedrijvigheid, maar wordt ook beïnvloed door de energieprijzen. Zo gaan model-endogenen, die voor het traditionele beleid irrelevant waren, een rol spelen. Aan de andere kant voorziet het beleid zich van nieuwe instrumenten om aan de milieudoelstellingen te kunnen voldoen. Voor de modelberekeningen is het nodig dat deze nieuwe instrumenten worden vertaald in termen van de traditionele instrumenten. Ook kan de inzet van een nieuw instrument betekenen dat de data van het model aangepast moeten worden. Aldus illustreert figuur 2 hoe bij de inzet van de huidige generatie modellen voor het milieubeleid zowel aan de invoer- als aan de uitvoerkant een vertaalslag nodig is.



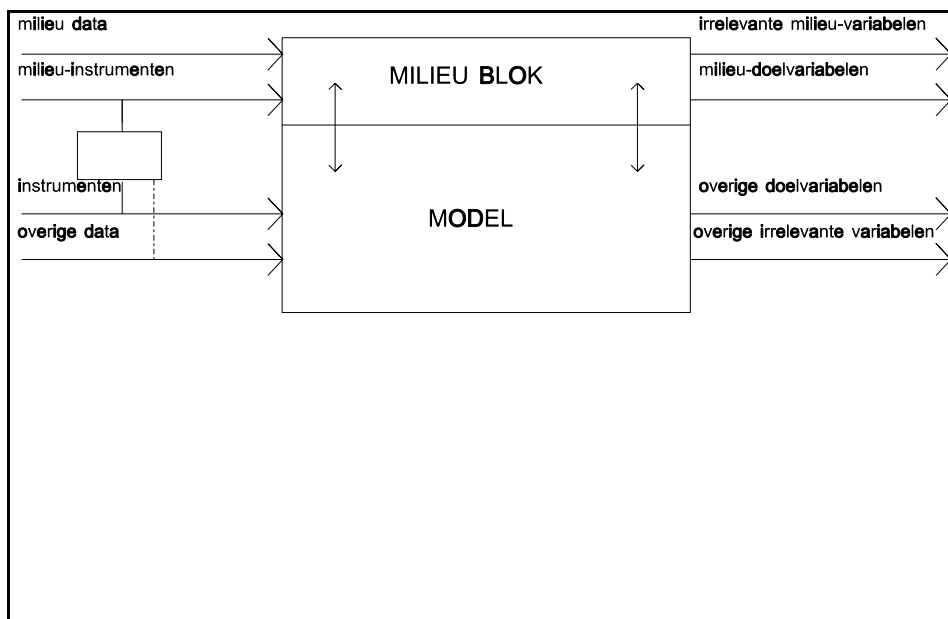
Figuur 2. Vertaling van het milieubeleid in de huidige beleidsmodellen



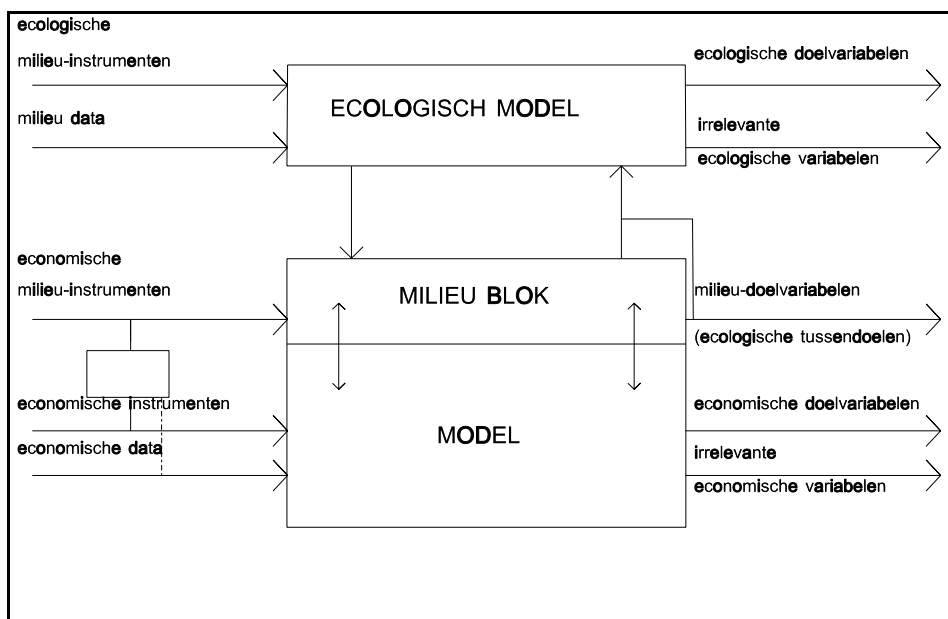
Figuur 3 schetst de situatie voor de nabije toekomst waarbij via een aangebouwd milieublok het milieu een volwaardige plaats in het economisch model krijgt. Dit laatste aspect zij hierbij benadrukt: het model blijft gebaseerd op het economische gedachtengoed en het aangebouwde milieublok verschilt ten principale niet van bijvoorbeeld de aanbouw van een monetair blok aan het model. Het betekent dat de ruimtelijke dimensies en tijdsdimensies van het milieubeleid dat met het model wordt doorgerekend noodzakelijkerwijs dezelfde zijn als die van het oorspronkelijke economische model. Zo laten zich met een Nederlands kwartaalmodel voor de korte en middellange termijn niet de gevolgen van een klimatologische verandering over 100 jaar op wereldniveau vanwege toegenomen CO<sub>2</sub>-uitstoot berekenen. Wel is het gewenst dat het milieublok een grote diversiteit aan componenten van de milieukwaliteit endogeniseert en zich dus niet beperkt tot direct aan economische grootheden te relateren milieugebruik zoals de vraag naar energie of de CO<sub>2</sub>-uitstoot. De milieu-instrumenten kunnen direct via het milieublok worden ingevoerd, alhoewel de inzet van dit nieuwe instrumentarium ook gevolgen zal hebben voor de effectiviteit van de traditionele instrumenten. De aanbouw van een milieublok betekent tevens dat de verzameling externe data met milieudata wordt uitgebreid. Aan de andere kant volgen de milieudoelstellingen nu direct uit het milieublok en is hier geen vertaalslag buiten het model om nodig.

De band tussen milieublok en (de rest van) het model hoort zo hecht mogelijk te zijn. Deze band betreft zowel de milieutransmissie, dat wil zeggen de invloed die het milieu op de rest van het economie heeft, als de milieu-terugkoppeling, namelijk de invloed die van de rest van de economie op het milieu uitgaat. Een belangrijk deel van de milieutransmissie wordt ingebouwd door het milieu, eventueel gedesaggregeerd naar verschillende vormen van milieugebruik, als produktiefactor op te vatten. De volgende paragraaf gaat hierop nader in.

Figuur 3. Aanbouw milieublok (nabije toekomst)



Figuur 4. Verbinding met een ecologisch model (verre toekomst)



In figuur 4 wordt de situatie beschreven die wellicht in de wat verdere toekomst haar beslag kan krijgen. Hier is het economisch model met milieublok verbonden met een ecologisch model. Dit ecologische model dient gebaseerd te zijn op technische kennis uit het domein van de milieu-wetenschappen, en zal dan ook andere dimensies in tijd en ruimte hebben als het economisch model en qua modelleringstructuur daarvan sterk afwijken (zie Hordijk, 1991, en

Rotmans en Den Elzen, 1993, voor voorbeelden van dergelijke modellen). De band van ecologisch model naar economisch model loopt via milieu-indicatoren die in het economisch model een betekenis hebben, terwijl de band van economisch model naar ecologisch model doelvariabelen uit het economisch milieubeleid bevat. Deze zijn voor het ecologisch model gegeven en als zodanig op te vatten als ecologische tussendoelen. De CO<sub>2</sub>-uitstoot is een voorbeeld van zo'n milieudoelvariabele, terwijl de daaruit resulterende klimaatsverandering en andere ecologische gevolgen in het ecologisch model worden beschreven. Deze klimaatsverandering dient dan weer als invoer voor het economisch model.

## 5. MILIEU IN THEORETISCHE GROEIMODELLEN

De integratie van het milieu in de moderne groeitheorie verschaft een voorbeeld van de wijze waarop het milieu in de empirische beleidsmodellen kan worden ingebouwd. Allereerst dient het milieu, als extra produktiefactor, in de produktiefunctie te worden opgenomen. In de formele groeitheoretische modellen wordt het milieu daarbij als een homogene factor (b.v. gemeten op basis van een algemene kwaliteitsindicator = milieuspiegel) opgevat, maar in de praktijk van de empirische modellen kunnen verschillende aspecten van milieugebruik onderscheiden worden. In het navolgende archetypische groeimodel wordt deze rol van het milieu geïllustreerd (zie Den Butter en Verbruggen, 1993).

Allereerst de produktiefunctie:

$$q = f(k, e, s) \quad (1)$$

met alle grootheden uitgedrukt in eenheden arbeid en

q:produktie

k: fysieke kapitaalgoederenvoorraad

e:voorraad milieukapitaal (= indicator voor milieukwaliteit)

s:extractief milieugebruik

Deze produktiefunctie bevat dus naast het extractief milieugebruik, bijvoorbeeld het gebruik van gedeeltelijke of niet-vernieuwbare hulpbronnen, maar ook lawaai en stank, tevens de voorraad milieukapitaal zelf als produktiefactor. In het laatste geval kan men bijvoorbeeld denken aan goede, stabiele klimatologische omstandigheden of aan het feit dat een goede milieukwaliteit de produktiviteit bevordert (meer recreatieve mogelijkheden, minder arbeidsongeschiktheid door ziekte).

Naast de produktie beschrijft dit model de consumptie

$$c = q - i - i_e \quad (2)$$

i:investeringen in fysieke kapitaalgoederen

i<sub>e</sub>:investeringen in milieukapitaal

en de opbouw van de fysieke kapitaalgoederenvoorraad.

$$\dot{k} = k_i + i - \rho k_i \quad (3)$$

$\rho$ : afschrijvingsvoet

De opbouw van het milieukapitaal wordt beschreven volgens

$$\dot{e} = e_i + i_e - s_e + \alpha (e^* - e_i) \quad (4)$$

waarbij de term  $\alpha(\cdot)$  de 'zelf-regenererende functie van het milieu weergeeft. Hierbij is  $e_0$  een natuurlijk kwaliteitsniveau van het milieu waarnaar de milieukwaliteit op de lange termijn zal terugkeren, indien verder geen extractief gebruik van het milieu wordt gemaakt. Deze regeneratiewaarde of natuurlijk niveau van het milieu kan trouwens samenhangen met de mate waarin de milieudegradatie is voortgeschreden. Wanneer een kritische grens is overschreden kan het milieu zijn zelf-regenererend vermogen ten dele of geheel verliezen, zodat  $\alpha(\cdot) = \alpha(e^* - e_i)$  waarbij  $e^* < e_0$ .

Een economisch duurzame ontwikkeling laat zich in dit model omschrijven als een situatie waarbij de milieukwaliteit  $e$  constant blijft. De principiële vraag voor het milieubeleid is nu welk niveau van duurzame ontwikkeling vanuit de politieke preferenties optimaal is. In termen van de groeitheorie wordt dit optimale pad van duurzame ontwikkeling bereikt in de situatie waarbij de maatschappelijke welvaart maximaal is. Deze welvaart wordt beschreven door

$$\int_0^{\infty} u(c, e) e^{-rt} dt$$

waarbij  $u$  de nutsfunctie voorstelt die de afweging tussen consumptie en milieukwaliteit weergeeft en waar de disconteringsvoet  $r$  de tijdsvoordeur van de huidige ten opzichte van de toekomstige welvaart beschrijft. Deze formulering laat zien dat de milieukwaliteit dus behalve in de produktie-functie ook een plaats krijgt in de welvaartsfunctie.

In het kader van dit formele groeimodel is het mogelijk om het optimale pad van duurzame ontwikkeling te berekenen. Wil men echter zo'n berekening daadwerkelijk in een empirisch model uitvoeren, dan is nog heel wat kennis nodig. Het archetypische groeimodel illustreert om welke kennis het daarbij gaat. In de eerste plaats om technische kennis met betrekking tot

1. de produktiestructuur
2. de zelf-regenererende functie van het milieu
3. de opbouw van het milieukapitaal

Maar ook is kennis nodig over de (politieke) preferenties. Dit betreft

1. de specificatie van de nutsfunctie; hoe valt de afweging tussen consumptie en milieukwaliteit in de welvaartsbeleving uit; zijn er nog andere doeleinden, zoals arbeidsparticipatie, die een rol spelen in de welvaartsbeleving?
2. de tijdsvoorkeur: in welke mate is er sprake van altruïsme of egoïsme ten opzichte van toekomstige generaties.

Indien al deze kennis beschikbaar zou zijn, zou op het optimale welvaartspad de schaduwprijs van de milieugoederen berekend kunnen worden. Het voorgaande toont dat deze welvaartswaarde van het milieu zowel van technische kennis - informatie over het gebruik van het milieu in de produktietechnologie -, als van politieke preferenties afhangt.

In de praktijk is deze voorstelling van zaken wat al te eenvoudig omdat het milieu nu eenmaal niet tot een homogeen goed of homogene produktiefactor te herleiden valt. Zo dit niet het geval is schuilt ook binnen de samenstelling van de indicator voor milieukwaliteit een waarderingsprobleem. In dat geval wordt de welvaartsfunctie

$$\int_0^{\infty} u(c_1, c_2, \dots, c_n) e^{-\rho t} dt$$

waarbij  $c_1, c_2, \dots, c_n$  verschillende milieu-indicatoren zijn. Indien de nutsfunctie splitsbaar is, kan deze waardering wel in twee stappen plaatsvinden, namelijk

1. de afweging van verschillende aspecten van de milieukwaliteiten tegenover elkaar
2. de afweging van de totale milieukwaliteit tegen andere macro-economische beleidsdoelen

De eerste afweging is duidelijk van een andere orde dan de tweede en kan wellicht door technocraten worden beslecht. De tweede afweging is daarentegen een politieke kwestie waar technocraten zich buiten dienen te houden.

In het groei-model van deze paragraaf is de technische ontwikkeling tot nu toe buiten beeld gehouden. De moderne endogene groeitheorie kent echter aan de technische ontwikkeling een belangrijke rol toe bij de bepaling van het groeitempo. In deze groei-modellen wordt naast de fysieke kapitaalgoederenvoorraad en de arbeid ook technologie-kapitaal in de vorm van de verzameling opgebouwde kennis en ontwerpen onderscheiden. Bovendien heeft de opbouw van technologie-kapitaal een uitstraling naar het menselijk kapitaal. Wanneer nu ook het milieukapitaal in het model wordt ingebouwd kan de door investeringen in technologie-kapitaal opgeroepen technische vooruitgang in verschillende richtingen worden aangewend (zie bijvoorbeeld Bovenberg en Smulders, 1993). Afhankelijk van de prijs van de produktiefactoren kan deze technische vooruitgang een arbeidsbesparend, kapitaalbesparend of milieubesparend karakter hebben. Dit betekent dat indien de prijs van het milieu toeneemt (door meer inzicht over de rol van het milieu in de produktiestructuur of door verschoven preferenties) ook de technische ontwikkeling meer de richting van milieubesparing zal uitgaan. Het is gewenst dat in een macro-economisch beleidsmodel waarin het milieu een volwaardige rol heeft, dit mechanisme wordt ingebouwd.

Resumerend komen uit deze paragraaf de volgende opties voor de toekomstige modelbouw en -gebruik ten behoeve van het milieubeleid naar voren.

- 1.inbouw milieukapitaal in de produktiestructuur
- 2.modellering van de milieutransmissie en -terugkoppeling
- 3.inbouw milieu laten meespelen bij sectorale desaggregatie d.w.z. de sectoren zodanig laten afbakenen dat gedragsverschillen ten aanzien van het milieugebruik er zo goed mogelijk in tot uitdrukking komen
- 4.inbouw van andere dimensies van milieugebruik dan uitsluitend energie en andere natuurlijke hulpbronnen (lawaaï, stank, afval, bemesting, grondwater, natuurbehoud enz.)
- 5.inbouw (schaduw)prijzen voor milieugebruik
- 6.inbouw technologiekapitaal en uitstraling naar menselijk kapitaal
- 7.richting (bias) van technologische ontwikkeling via inbouw van technologiekapitaal
- 8.technologische ontwikkeling en concurrentiepositie
- 9.(bouw van een verbonden ecologisch model)

## 6. BESLUIT

Dit artikel gaat over de inbouw van het milieu in macro-economische beleidsmodellen. Deze inbouw ligt in de lijn van de historie van de macro-economische modelbouw. Het is gewenst om deze lijn voort te zetten en niet, zoals door sommigen wel wordt bepleit, om gebruik te maken van een geheel nieuwe modelbouwmethodiek. De economische theorie vormt namelijk een belangrijke inspiratiebron voor de economische modelbouw en het zou jammer zijn om de verworvenheden van de theorie onbenut te laten, zeker nu recentelijk goede voortgang is geboekt bij de integratie van het milieu in de theoretische groeimodellen. Vanuit deze optiek dient in eerste aanleg de inbouw van het milieu in de beleidsmodellen binnen het domein van de economische wetenschap te blijven en aan de economische modelbouwers te worden overgelaten. Wel is duidelijk dat dit in samenspraak moet gebeuren met milieudeskundigen omdat technische kennis over het milieu voor de modelbouw onontbeerlijk is. In een later stadium kan het economisch model dan met een ecologisch model verbonden worden waarbij andere modelbouwtechnieken kunnen worden toegepast.

Tot nu toe is bij het berekenen van de effecten van het milieubeleid gebruik gemaakt van bestaande macro-economische modellen die voor dit doel enigermate werden aangepast. De tijd is nu rijp om de inbouw van dit milieu op meer systematische wijze aan te vatten en daarvoor, zoals gezegd, een goed 'plan de campagne' op te stellen. Het is namelijk een omvangrijk project dat op gecoördineerde wijze door meerdere teams van deskundigen moet worden uitgevoerd. Deze deskundigen zijn te vinden bij het RMNO, het RVIM, het CPB maar ook bij TRACE en het IVM - waarbij op dit punt reeds enkele jaren een samenwerking en werkverdeling tussen het RIVM en het CPB bestaat. In dit 'plan de campagne' zijn de volgende deelprojecten te onderscheiden:

- 1.theoretisch onderzoek naar groeimodellen met milieukapitaal en endogene technische ontwikkeling

- 2.bouw van een kleine empirische pendant van theoretische groeimodellen als prototype voor groter model
- 3.modulair ontwerp voor een macro-economisch beleidsmodel met ingebouwd milieu; uitbesteding van de bouw van modules
- 4.koppeling van modules tot verschillende modelversies en bruikbaarheidsonderzoek in de beleidspraktijk
- 5.verzamelen van gegevens over milieugebruik en milieubelasting, zowel in de vorm van fysieke indicatoren als gemonetiseerd; het programma van eisen wordt mede gedicteerd door het modelontwerp

Tenslotte zij opgemerkt dat het milieubeleid zich ten alle tijde dient te richten op concrete en kwantitatief omschreven doelstellingen. Dit betekent dat het begrip 'duurzame economische ontwikkeling' in die zin dient te worden aangescherpt. Tot nu toe heeft het duurzaamheidsbegrip een katalyserende werking gehad in het proces van de politieke bewustwording zodat de zorg voor een goede milieukwaliteit (redelijk) hoge politieke prioriteit heeft gekregen. De feitelijke inhoud van het begrip duurzaamheid is daarbij echter zo vaag gebleven dat over de noodzaak van een duurzame ontwikkeling grote consensus is ontstaan zonder dat dit in overeenstemming over getalsmatige doelstellingen heeft geresulteerd. De uiterlijke schijn van consensus en de onderliggende onenigheid over de invulling van de doelstellingen heeft zelfs de kracht van het begrip duurzaamheid zodanig uitgehold dat het nog slechts zeer moeizaam als baken voor het beleid kan dienen. Het is daarom gewenst om het begrip duurzaamheid in een modelmatige context te concretiseren of anders het begrip helemaal niet meer te gebruiken.

Naast deze algemene aanbeveling besluit ik dit artikel met de volgende drie stellingen:

- 1.In de vierde generatie macro-economische beleidsmodellen dient het milieu een volwaardige plaats te krijgen
- 2.Deze modellen moeten een goede politieke afweging mogelijk maken tussen koopkracht, werkgelegenheid en milieukwaliteit door de ruilwaarden ('trade-offs') tussen deze beleidsdoelen te expliciteren
- 3.De (schaduw)prijs van het milieu dient via een modelmatige analyse te worden vastgesteld. Deze prijs zal hoger blijken naar mate het milieu-gebruik beter in de modellering van het productieproces is ingebouwd (technische kwestie) en ook naarmate de preferenties voor een goede milieukwaliteit sterker zijn (politieke kwestie).

## LITERATUUR

**Bovenberg, A.L., en S. Smulders**, 1993, Environmental quality and pollution-saving technological change in a two-sector endogenous growth model, CentER Discussion Paper No. 9321.

**Butter, F.A.G. den, en H. Verbruggen**, 1993, Measuring the trade-off between economic growth and a clean environment, Tinbergen Institute Discussion Paper TI 93-53.

**Centraal Planbureau**, 1989, Economische gevolgen van een drietal scenario's voor een milieubeleid in Nederland tot 2010, Werkdocument nr.29, Centraal Planbureau, Den Haag.

**Centraal Planbureau**, 1992, Economische gevolgen op lange termijn van heffingen op energie, Werkdokument nr.43, Centraal Planbureau, Den Haag.

**Driehuis, W., E.C. van Ierland, P.J. van den Noord, T. Oegema en W. Swaan**, 1981, Zuinigheid met Vlijt (Stichting voor Economisch Onderzoek, Amsterdam).

**Hordijk, L.**, 1991, An Integrated Assessment Model for Acidification in Europe (Academisch Proefschrift, Vrije Universiteit Amsterdam)

**Ierland, E.G. van**, 1993, Macro-economic Analysis of Environmental Policy (Academisch proefschrift, Universiteit van Amsterdam).

**Laroui, F. en J.W. Velthuisen (red.)**, 1992, An Energy Tax in Europe, SEO Report nr. 281 (SEO Foundation for Economic Research, Amsterdam).

**OECD**, 1991, The costs of policies to reduce global emissions of CO<sub>2</sub>: initial simulation results with GREEN, Working paper ESD/CPE/WP1 (OECD, Parijs).

**Rotmans, J. en M.G.J. den Elzen**, 1993, De rol van het IMAGE-model in de klimaatproblematiek, Milieu 1992/3, blz. 49-56.